

ТЕОРИЯ РАЗРУШЕНИЯ ЧЕЛЯБИНСКОГО МЕТЕОРИТА

Семенов П.В., Логинов А.В.,

Научный руководитель Баранова И.А.

Сибирский федеральный университет

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Недавно в воздушном пространстве России произошло событие, которое получило собственное название «Челябинский метеорит». Данный метеорит разрушился не при ударе о поверхность Земли, а на высоте 20 км. Такие метеориты, которые разрушаются в атмосфере, не долетая до поверхности Земли, встречались и раньше в истории планеты, например, Тунгусский метеорит. Причиной разрушения таких небесных тел является не только механическое воздействие, но что то иное, поэтому мы решили выяснить что же разрушило их.

Мы поставили перед собой задачи: 1) Рассмотреть минеральный состав метеоритов; 2) изучить физические процессы, происходящие в метеоритах при их разрушении; 3) на основе полученных знаний и анализа информации построить теорию разрушения Челябинского метеорита.

Метеоритом называется тело космического происхождения, упавшее на поверхность крупного небесного объекта [1]. Они представляют собой физические тела со сложным минеральным составом, и классифицируются следующим образом:

- ледяные, состоящие из льда и замерзших газов;
- железные - из никелистого железа, которое может иметь в небольшом количестве примесь силикатов (до 10%);
- железокремниевые, содержащие в равном количестве и железо, и силикаты;
- каменные, состоящие из различных минералов (камасит (93,1%Fe; 6,7Ni; 0,2Co), и тенит (75,3%Fe; 24,4Ni; 0,3Co, оливины ($Mg,Fe/2SiO_4$), силикаты и пироксены ($MgSiO_3$, $(Mg,Fe)SiO_3$), плагиоклаз ($m CaAl_2Si_2O_8 \cdot n Na_2Al_2Si_6O_{16}$), стекло) [2], [3].

Космическое тело, двигающееся в атмосфере Земли, испытывает аэродинамическое торможение вплоть до своего полного разрушения или соприкосновения с земной поверхностью. При торможении метеоров и болидов наблюдаются различные физические эффекты - свист, шипение, генерация ударной волны, инверсионные следы, электрические и магнитные аномалии. Такие эффекты могут сопровождать все типы метеоритов. Их выраженность, с одной стороны, зависит от размеров тела (чем больше тело, тем лучше выражены эффекты), с другой стороны – от типа химического (состава).

Процессы разрушения также протекают зависимости от типа, размеров, скорости и угла вхождения в атмосферу. Основными процессами, определяющими разрушение метеоритов, являются:

- нагрев за счет трения об атмосферу, в результате чего наблюдается их свечение;
- возникновение термомеханических напряжений внутри тела, в результате чего наблюдается свист, шипение (звуковые эффекты);
- генерация ударной волны со стороны атмосферы Земли, и чем больше угол вхождения в атмосферу, тем сильнее ударная волна и как следствие, возникают большие механические разрушения.
- нагрев металлосодержащих метеоритов, за счет явления электромагнитной индукции.

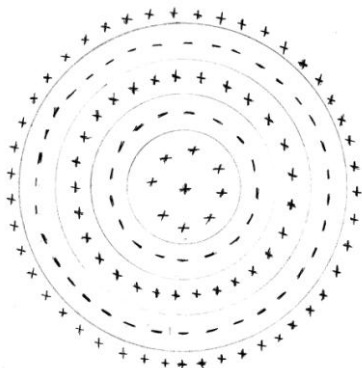
По материалам, предоставленными НАСА [4] и средствами массовой информации [5], о Челябинском метеорите известно, что он вошел в атмосферу со скоростью 18,6 км/с, ориентировочный эффективный диаметр астероида оценивается примерно от 18 метров до 20 м, масса около 11.000 тонн, угол вхождения в атмосферу приблизительно 29° . Приблизительная суммарная энергия воздействия составляет 440 килотонн (в килотоннах взрывчатки TNT). Данное событие признано похожим Тунгусский метеорит (1908 год). Анализ найденных фрагментов показал, что по составу метеорит является не однородным. В основном он состоит из силикатных хондритов, то есть его основу составляют диэлектрики.

Разрушение данного метеорита может происходить под воздействием всех выше перечисленных процессов, кроме явления электромагнитной индукции. Но ни один из этих процессов не объясняет наличие яркой белой вспышки и практически мгновенного разрушения, которое сопровождалось громким звуком взрыва метеорита. Яркая белая вспышка свидетельствует о наличии электромагнитных волн повышенной мощности. Известно, что электромагнитные волны излучаются, только если есть двигающиеся с ускорением заряженные частицы, таким образом можно сделать вывод, что на метеорите есть заряженные частицы.

Данный вывод согласуется с теорией А. Невского, согласно которой заряженные частицы образуются вследствие термоэлектронной эмиссии. Электроны с поверхности движущегося тела захватываются и уносятся встречным потоком плазмы. Тело приобретает все возрастающий положительный заряд. Из теории А. Невского следует, что образуется огромный электрический диполь с концентрированным положительным зарядом на поверхности и рассеянным отрицательным зарядом в плазменном хвосте. Положительный заряд поверхности при достижении телом некоторой скорости стабилизируется и достигает значительной величины, между телом и Землей возникает огромная разность потенциалов, которая может привести к пробое воздушного слоя между метеоритным телом и Землей, то есть К РАЗРЯДУ МОЛНИИ, которая сопровождается **ОЧЕНЬ СИЛЬНЫМ ВЗРЫВОМ** [6]. Однако воздушный пробой под действием электрического поля должен сопровождаться молнией в виде яркого огненного столба от Земли к метеориту. В случае Челябинского метеорита молниеподобного разряда не наблюдалось, но вспышка была, а значит, электрические заряды на метеорите присутствовали. Мы можем сделать вывод о том, что механизм разрушения данного метеорита нельзя объяснить с позиции только выше описанной модели. Мы предлагаем вашему вниманию теорию разрушения этого метеорита, более согласующуюся с наблюдаемым эффектом, основанную на синтезе представлений теории разрушения горных пород электрическими методами, о диэлектрических материалах и теории А.Невского об электроразрядном взрыве каменных метеоритов [6].

Действительно, вследствие взаимодействия метеорита с атмосферой, он разогревается, в результате чего наблюдается термоэлектронная эмиссия (А.Невский), рассматривая данный метеорит как диэлектрик, мы пришли к выводу, что пробой наблюдается не между землей и метеоритом, а внутри самого метеорита, поэтому и не наблюдалось разряда молнии между Землей и метеоритом.

Рассмотрим данное явление подробнее. На поверхности диэлектрика образуется избыточный положительный заряд, который по теории поляризации должен притягивать к себе внутри вещества отрицательный заряд, который в свою очередь притягивает положительный заряд и т.д. (рис.1). По закону сохранения заряда внутри метеорита индуцируется отрицательный заряд, равный по внешнему положительному. В результате взаимодействия этих



зарядов и происходит пробой материала метеорита. Внутри метеорита объемная плотность электрической энергии больше, чем на поверхности, так как плотность заряда внутри метеорита больше, так чем на поверхности.

Объемная плотность энергии электрического поля ω_3 , рассчитывается по формуле:

$$\omega_3 = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 E^2 = \frac{\sigma^2}{2 \varepsilon \varepsilon_0}, \quad (1)$$

где ε -диэлектрическая проницаемость метеорита, $\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная, $\sigma = q/S$ -поверхностная плотность заряда, E - напряженность электрического поля.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что разрушение метеорита происходит изнутри и практически мгновенно. Именно этим объясняется громкий хлопок при взрыве.

Количество энергии Q , необходимое для плавления одного кубометра породы V , определяется по формуле:

$$\frac{Q}{V} = c\rho\Delta T + \rho\lambda, \quad (2)$$

где c -теплоемкость породы, λ - удельная теплота плавления породы, ρ - плотность породы, $\Delta T=(T_{пл}-T_0)$ -Разница температур между температурой плавления $T_{пл}$ и температурой метеорита в вакууме $T_0 \approx 0$ К.

Будем считать, что вся объёмная плотность энергии электрического поля идет на плавление одного кубометра породы. Используя формулы (1) и (2)можно рассчитать заряд, который находится на поверхности метеорита

$$q = \sigma 4\pi R^2 = 4\pi R^2 \sqrt{2\varepsilon\varepsilon_0(c\rho\Delta T + \rho\lambda)}, \quad (3)$$

где R - радиус метеорита.

Представленная теория позволяет: 1) объяснить разрушение каменных и каменно-железных метеоритов вследствие электризации и термоэлектронной эмиссии с последующим выносом отрицательного заряда в хвост метеорита, накоплением положительного заряда на поверхности и индуцированного отрицательного заряда внутри, что приводит к пробой материала метеорита и его разрушению; 2) объяснить наличие ярко-белой вспышки при взрыве разлетающимся не скомпенсированным зарядом; 3)рассчитать заряд, индуцированный на поверхности.

1. Электронный режим доступ [http://ru.wikipedia.org/wiki/ метеорит](http://ru.wikipedia.org/wiki/метеорит)
- 2.Электронный режим доступ [http://skystars.pp.ru/ meteors_and_meteorits.html](http://skystars.pp.ru/meteors_and_meteorits.html)
- 3.Электронный режим доступ <http://www.meteoritics.ru/forum/viewtopic.php?t=31>
- 4.Электронный режим доступ [http://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/news/ asteroid20130215.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/news/asteroid20130215.html)
5. Электронный режим доступ <http://www.biguniverse.ru/posts/meteorit-nadchelyabinskom/>
6. Электронный режим доступ [http://www.eventhorizon.ru/ forums/index.php?act=ST&f=19&t=201](http://www.eventhorizon.ru/forums/index.php?act=ST&f=19&t=201)